

文章编号:1000-582X(2004)04-0053-04

# 基于 Internet 的智能火灾监控系统\*

段其昌,陈卓,何强

(重庆大学自动化学院,重庆 400030)

**摘要:**结合中国的消防现状,针对城市火灾提出了一种以 Internet 作为信息平台,实施大范围、远距离智能监控的新方案,并对系统的整体结构和主要功能模块进行了初步的探讨。该方案融合了智能火灾识别技术及 GIS 技术,与传统的消防作业模式相比较,不但能够进行火灾的自动识别与定位,而且可以缩短火灾扑救的准备时间,提高消防作业效率。

**关键词:**Internet 网;火灾;智能化

**中图分类号:**TP399

**文献标识码:**A

## 1 问题的提出

随着我国城市建设的发展,出现了大量的商业中心、公共娱乐场所与高层建筑。这些区域的人员密集,地形复杂,一旦发生火灾,后果不堪设想。目前的火灾自动报警系统,从根本上说还只是一个测量系统<sup>[1]</sup>,结构上相对封闭。如果处理火灾现场需要多个部门同时出动、合成作战时,相对封闭的结构会使得系统内外信息交流不畅,给救援工作带来不利的影响。为了适应扑救重大恶性火灾时的组织、指挥工作与协同作战的需要,网络化、智能化是火灾自动报警系统必然的发展趋势。

计算机技术及网络技术的迅猛发展,给火灾自动报警系统的设计带来了新的思路,使得我们可以从信息系统的角度(而不仅限于测量系统)来重新考虑问题。网络在资源共享方面的天然优势,有助于从根本上消除所谓的“信息孤岛”。而在降低远程控制的成本方面,也是一种有益的尝试。

此外,人工智能理论的实用化发展,也为我们在系统中引入新的算法对火灾初期的各类参数进行探测,以及建立辅助决策子系统,实现人力、物力的最优调度提供了技术支持。

具体的火灾过程特征模型的研究和系统的实现细

节涉及大量复杂的专业知识和国家规范,并不是本文的研究重点。作为一种方案,笔者将着重探讨系统的整体结构和基本功能模块,同时引用一些国内外火灾过程特征模型研究领域的成果,探讨其应用的基本原理和方法。

## 2 系统结构

受文献[2]的启发,笔者所设计的基于 Internet 的智能火灾监控系统在结构上可划分为 3 层,是一个分布式的多处理器并行系统。其中位于系统第 1 层的是数据采集子系统。它由若干分布在保护对象内部的模拟量火灾探测器组成,负责对监控区域内的火灾参数进行连续的检测。获取数据之后,它先根据内部的特性曲线进行初步判断,当满足一定的条件后即申请中断,将数据通过编码电路和总线传递给上层系统。正常情况下,它与上层系统之间只传递简单的应答信息或故障信息<sup>[3]</sup>。系统的第 2 层为数据工作站,主要实施参数的自动补偿、运算和模式识别,用特定的计算模型来判断是否真的发生了火灾。此外,数据工作站还应当具有一定的通讯功能。判定火灾发生之后,它可以通过网络(公用电话网、Internet 或专用网)向火警接收站报警。考虑到火灾参数处理及模式识别算法的复杂性,数据工作站可采用具有较强数据处理能力的微

\* 收稿日期:2003-11-12

基金项目:重庆市应用基础研究资助项目(重经字 2001-25)

作者简介:段其昌(1953-),男,四川内江人,重庆大学教授,研究方向:基于网络的综合智能控制与管理。

处理器或者工控机<sup>[4]</sup>。系统的第3层为火灾监控管理中心,设置在消防中队或消防支队。该层将利用 GIS 技术,以可视化界面向管理人员提供整个辖区范围内各数据工作站的运行情况,并可以根据需要从工作站采集数据。当接到火警之后,可以及时、准确地调阅现场的资料(如地形地貌、水源分布和重点保护单位位置等),然后在消防调度专家系统的帮助之下,迅速制定救援方案,出动人员扑救。

第1层的数据采集系统,其内部的火灾探测器可以采用总线的方式连接,与上层的数据工作站则可以通过以太网的方式进行通信。

而第2层的数据工作站与第3层的监控管理中心之间存在多层通讯网络。其中 Internet 是实现几公里乃至更大范围内系统集成的基础。除了前面提及的数据工作站及监控中心外,客户管理终端、厂家维护中心也可挂接在 Internet 上,通过网络对设备进行监管。例如客户可以了解设备的运行状态和检查值班人员的工作情况;厂家则可以通过远程诊断接口,接收设备的自动报修信息,对设备进行维护、升级。当出现火警后,对于特级或一级保护对象,数据工作站将通过专用网络报警。而对于其他保护对象,工作站将通过 Internet 向监控中心传递火警信息,通过公用电话网进行语音报警。

### 3 系统的功能

#### 3.1 利用模糊神经网络进行智能火灾识别

目前,由模拟量火灾探测器采集的信号来源于燃烧产生物的混合型物性信息,诸如热量、光和烟雾等。这些非线性时变信号混杂着大量的干扰,给火灾的识别带来了很大的难度。但通过运用模糊辨识、神经网络等人工智能技术,可以较好地解决火灾的识别问题,提高整个系统的智能化程度。

模糊辨识的最大特征在于它能够关于辨识对象的经验、知识表示成用语言描述的规则,然后用这些规则去分辨和识别系统。因此模糊辨识特别适用于未知数学模型的复杂非线性系统的辨识。不过随着系统输入的增加,规则的数量会迅速增长。

神经网络的最大特点就是它的自学习能力,它擅长于从数据中发现模式,进行因果关系的辨识。在定义网络结构之后,它可以根据样本进行训练,自我纠正偏差。训练结束后所获得的“权值矩阵”中则隐含了由样本总结出的规则。

模糊神经网络是二者的结合体。与普通的神经网络相比,它可以根据模糊规则,按照人的思维方式去处

理数据,泛化能力与容错能力更强。此外,它能够提高模糊辨识的精度,并且使系统具备自适应性。

用于火灾探测的模糊神经网络在结构上可以分为3部分,而每一部分又可由多层普通的前向神经网络组成。其中第1部分主要对输入量进行模糊化处理,将采集的模拟量信号转换成相对于模糊语言变量的隶属度。第2部分主要利用规则进行模糊推理。推理规则可根据人们的消防经验总结得到,它的一般形式为:

If  $X$  is  $A_i$  and  $Y$  is  $B_i$ , then  $S$  is  $Z_i$

其中  $X, Y$  为前提语言变量,代表系统的输入;  $S$  为结论语言变量,代表根据这条规则进行推理所得到的结果。

第3部分主要进行解模糊运算。这是由于模糊推理是一类非精确推理,得到的结果仍是隶属度。可采用重心法求解火灾发生的概率。

一个用于火灾探测的模糊神经网络如图1<sup>[5]</sup>:

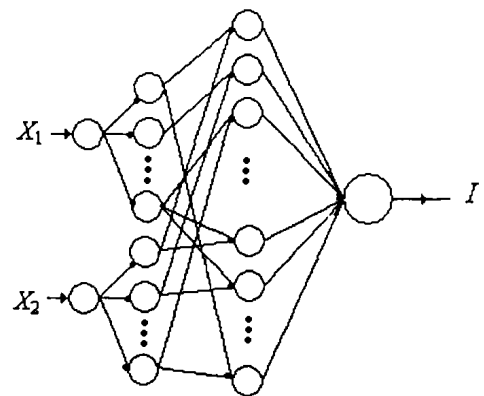


图1 火灾探测的模糊神经网络

下面给出每一层的输入输出关系。

第1层:

$$I_i^{(1)} = x_i \quad (1)$$

$$O_i^{(1)} = I_i^{(1)} \quad (2)$$

$$i = 1, 2$$

其中  $X_1$  代表原始的烟浓度信号,  $X_2$  代表原始的温度信号。

第2层:

$$I_j^{(2)} = O_i^{(1)} \quad (3)$$

$$O_j^{(2)} = \exp\left[-\left(\frac{x_i - a_{ij}}{b_{ij}}\right)^2\right] \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

取第1层到第2层之间的连接权为1。网络的输出为进行了模糊化处理的信号。

第3层:

$$I_j^{(3)} = A_i(x)B_i(y) \quad (5)$$

$$O_j^{(3)} = I_j^{(3)} \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

取第 2 层到第 3 层之间的连接权为 1。网络的输出代表推理的结果。其中  $A$  和  $B$  代表模糊关系矩阵。

第 4 层:

$$I^{(4)} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N O_{ij}^{(3)} d_{ij} \quad (7)$$

$$O^{(4)} = \frac{I^{(4)}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N O_{ij}^{(3)}} \quad (8)$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

$d_{ij}$  为第 3 层和第 4 层之间的连接权值。网络的输出为解模糊的结果, 代表火灾发生的概率。

### 3.2 运用 GIS 技术进行火灾监控

GIS 是具有整和空间资讯及协助解决真实世界问题的决策支援系统。它把地图独特的视觉化效果和地理分析功能与一般的数据库操作(例如查询和统计分析等)集成在一起, 能够对空间数据进行解释和判断。这是普通的数据库管理系统和管理信息系统所不具备的。GIS 已被广泛地应用于防灾、减灾工作。在火灾的监管中引入 GIS 技术, 可以实现地理数据与灾害数据的计算机存储与管理, 同时能提供更为直观、友善的监控界面。

GIS 的数据组织方式随开发平台的不同而各异。下面以北京“超图”公司的系列 GIS 开发工具为例来进行说明。在其模型体系中, 使用数据集的概念来描述具有相同属性的数据的集合。当一个或多个数据集显示在地图窗口中时就形成了地图。数据集可以用一对 SDB 和 SDD 文件存放, 其中前者存放空间数据, 后者存放属性数据。

因为地理数据的丰富性、正确性直接影响 GIS 所能发挥的作用, 所以数据的组织、分层工作显得尤为重要。可以自己组织数据入库, 也可以向专业机构购买。下面就对火灾监管系统涉及到的主要数据进行分层<sup>[6]</sup>:

1) 城市路网分布。其中图形数据有主干网、路网节点等。属性数据包括名称、宽度、交通流量等。

2) 水系分布。其中图形数据包括城市内部河流、水库和湖泊的分布图; 属性数据包括水源名称、流量及可利用程度等。

3) 建筑物分布图。其中图形数据包括整体建筑分布、建筑物周边道路及环境等; 属性数据包括建筑物名称、人口数量及内部电气设施情况等。

4) 重点防火建筑内部构造图。其中图形数据包括建筑物的通道、出口等, 属性数据则包括通道的宽

度、高度等建筑参数。

5) 消防栓分布图。图形数据主要包括消防栓的位置分布等, 属性数据主要有编号、型号、出水量、压力及覆盖范围等。

6) 医院和救护点分布图。图形数据主要包括地理位置分布等, 属性数据则包括医院等级、救护能力等。

此外, 随着系统监管范围的扩大, 还可以增加诸如行政区划、消防力量分布及水、电、气管网分布等数据。

利用 GIS 技术开发的监管系统应具有地图编辑、信息查询、数据分析及报表输出的功能。此外在火灾发生之后, 能够根据其范围、态势、所威胁的对象及现场的人员密集程度, 动态地生成最优作战方案(包括后续的增援方案), 为消防救助工作提供辅助决策。决策的生成可借助于专家系统, 其中知识库的知识主要来自于消防经验, 而可用知识则是 GIS 中的数据以及一些现场的信息。值得注意的是在选择最优救援路径时, 由于道路的地理分布短时间内不可能发生很大的变化, 所以目标的实现就主要取决于交通流量情况。但交通流量随时段的不同会发生很大变化。因此若能结合实时的交通信息, 系统生成的决策才更具有灵活性和实用性。

### 3.3 利用 Internet 实现系统的信息集成

前面曾经提到利用 Internet 来实现整个系统的集成。更为确切地说, 应该是实现系统的信息集成, 从而让有关的灾情信息在不同的部门及单位之间充分地共享。这是本方案的一个重要的特点。

目前通过 Internet 对数据工作站进行远程访问主要有 2 种方式, 即 Client/Server 模式(简称 C/S)和 Browser/Server 模式(简称 B/S)。C/S 的开发较为复杂, 但灵活性较好; B/S 的优势则在于它利用了通用的浏览器, 所以客户端不用安装任何其余的软件, 所以具有较好的跨平台性。考虑到系统中要求数据传输具有一定的灵活性, 即数据工作站可以用中断的方式向监控中心传递数据, 也可以接收来自监控中心的命令, 自发的采集数据再向上传递, 因此在系统中可以选用 C/S 模式进行开发。

系统中需要充分考虑的是 Internet 的延时及数据在传输过程中的完整性问题。虽然随着网络技术的发展, 网络的速度在迅速提高, 但目前对于延时还没有很好的解决办法(不过与人工电话报警相比, 时间的缩短是显而易见的)。因此对于特级保护对象, 必须使用专用网络。而在保证数据的完整性方面, 除了可以

使用面向连接的 TCP 协议之外,还可以对数据进行压缩以降低丢失的概率。另外,可以用 Internet 之外的网络作为冗余,如前面提到的公用电话网。

此外,在保证数据的安全性方面也是应该充分考虑的。当前已有多种加密算法可供选择,如 RSA、DES 等。选择加密算法时应在保证安全的前提下,更应注意它的开销与效率。

#### 4 结 语

笔者所探讨的火灾监控方案,融合了智能火灾识别技术、数据库技术和 GIS 技术,并引入了 Internet 这一新的数据交换渠道。与传统方案相比较,具有更大的监控范围和更高的信息集成度。尽管目前由于带宽等因素的限制,Internet 还无法完全取代传统的通信网络,但随着网络技术的发展,我们相信这些问题都可以得到很好的解决。因此基于 Internet 的智能火灾监控

系统将具有实际的应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 薛凌飞,周新志,刘冀成,等.基于互联网的隧道火灾监测报警系统[J].现代计算机,2002,(2):58-60.
- [2] 张华忠,刘妍,单宝森.基于 Internet 的火灾自动报警与消防联动指挥调度系统[J].计算机工程,2001,27(9):137-141.
- [3] 李宏文,张向阳.建筑物火灾监控系统的智能化发展[J].工程设计 CAD 与智能建筑,2002,(2):21-23.
- [4] 陈南.智能建筑中火灾监控系统结构与应用形式分析[J].仪器仪表学报,2002,23(6):963-965.
- [5] 姚伟祥,吴龙标,卢结成.用模糊神经网络进行火灾探测[J].信号处理,2000,16(3):68-73.
- [6] 刘钊,程锦,张远智.基于 GIS 的城市火灾信息管理与分析系统[J].灾害学,2000,15(3):11-15.

## Intelligent Fire Monitor System Based on Internet

DUAN Qi-chang, CHEN Zhuo, HE Qiang

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** On the present condition of fire control, we propose the fire intelligent monitor scheme based on Internet, which aims at urban fire in a large range. Then the overall structure and primary function modules of the system are discussed. Contrast with traditional fire-fighting mode, our system can identify and location fires automatically, shorten rescue time and increase operation efficiency through the application of intelligent fire identification and GIS.

**Key words:** Internet; fire; intelligent

(编辑 张 苹)